

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ ТУРБУЛИЗАЦИИ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В ЭЛЕКТРОДУГОВОМ НАПЫЛЕНИИ

В.В. Мороз

*Научный физико-технологический центр МОН и НАН Украины, Харьков
Украина*

Поступила в редакцию 07.09.2005

Предложен принцип искусственной турбулизации пограничного слоя воздушной струи и его применение в формировании металловоздушного потока электродуговым напылением. Представлены конструкционные параметры распылителя и его практическое использование в исправлении электродуговой металлизацией изделий различного эксплуатационного назначения.

ВВЕДЕНИЕ

По классификации GTS (Gemeinschaft Thermisches Spritzen e.v.) электродуговая металлизация (ЭДМ) является одним из способов нанесения газотермических покрытий (ГТП) и выделяется высокой производительностью, наиболее экономичным и простым процессом напыления покрытий. Образование потока напыляемых частиц электродуговой металлизацией происходит за счет плавления движущихся друг к другу электродов-проволок электрической дугой и его диспергирования высокоскоростным потоком воздуха. Покрытия, представляют собой слоистый материал, состоящий из сильно деформированных напыляемых частиц, соединенных между собой и основой по контактными поверхностям. Исследование контактного взаимодействия частиц, условий распыления и переноса материала на основу показали, что прочность соединения частиц определяется их скоростью, давлением в зоне соединения, температурой в контакте, а также длительностью физико-химического взаимодействия [1–3].

СУЩНОСТЬ МЕТОДА ЭДМ

В работе, с использованием метода ЭДМ, повышение скорости напыляемых частиц, малое изменение градиента скорости, объемная концентрация металловоздушного потока с минимальным углом раскрытия, определены как основные технологические параметры, имеющие наиболее практическое значение. При повышении скорости и концентрации

частиц, а, следовательно, и давления в контакте, энергия активации уменьшается, в результате сильно увеличивается скорость взаимодействия, прочность сцепления покрытия с основой и самого покрытия.

Предлагаемое техническое решение реализуется за счет выбора формы и геометрических размеров распыляющего сопла, относительного удаления зоны плавления проволок-электродов и величины их угла скрещивания [4, 5].

Схематическое представление устройства, формирующего металло-воздушный поток, изображено на рис. 1.

Устройство состоит из двух электродов-проволок (1), направляемых токоподводами (2) к точке скрещивания узлов (3) регулировки токоподводов в плоскости пересечения осей электродов, сопла (4) – для подачи несущего газа. Входное сопло (4) установленное и направленное в точку схождения проволок (1), выполнено в виде круглого осесимметричного начального участка диаметром D_{ex} , переходящего в соприкасающиеся цилиндрические выходные сопла (5) равных диаметров $d_1 = d_2 = d$ и длиной от $2d$ до $2D_{ex}$. Спаренные сопла имеют по всей длине внутренней поверхности тонкие углубленные винтовые ребра

высотой $h \leq \frac{D_{ex}}{4} - \frac{D_{ex}}{2\sqrt{5}}$, а диаметры сопел

связанные с входным диаметром соотношением $\frac{D_{ex}}{\sqrt{5}} \leq d \leq \frac{D_{ex}}{\sqrt{5}} + h$. Такое исполнение

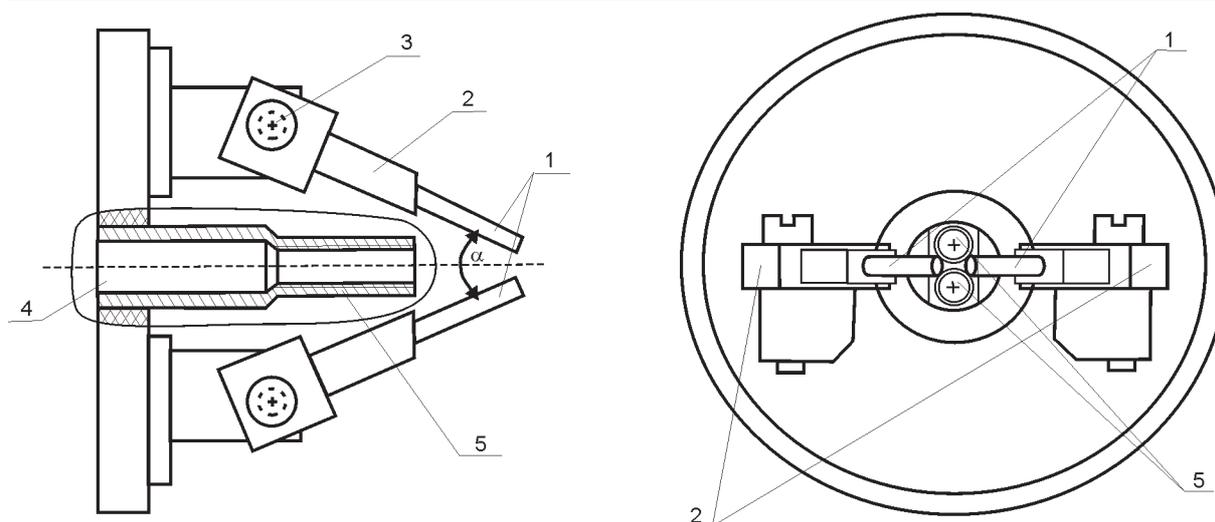


Рис. 1.

внутренней поверхности, как и сама геометрия сечения выходных сопел приводит к искусственной турбулизации пограничного слоя воздушной струи. Наличие турбулентных пульсаций приводит к более интенсивному обмену энергией между пограничным слоем струи и внешним потоком. Кинетическая энергия воздуха в пограничном слое увеличивается, уменьшается сопротивление движению ядра металловоздушной струи, что обеспечивает увеличение начального участка струи высотой и шириной близкой величине D_{ex} и длиной до $10D_{\text{ex}}$. Для сохранения постоянства коэффициента турбулентного перемешивания в сечениях области смешения, диаметр проволок-электродов выбирают не более $d/2$, точку их скрещивания размещают на расстоянии от крайней точки выходного сечения $4(d-h) < l < 4(d+h)$, а угол скрещивания проволок выставляют исходя из условия $0,95 < \operatorname{tg}\alpha < 1,43$.

Предложенная схема в формировании металловоздушного потока была разработана специально для использования порошковых проволок и реализована на базе электродугового металлатора ЭМ-17.

Следует отметить, что на процесс плавления и распыления порошковых проволок влияют больше негативных факторов, чем при плавлении сплошных электродных проволок. Применение же порошковых проволок для ЭДМ позволяет варьировать в широком диапазоне химический состав напыленных покрытий, а также изменять

энергетическое состояние потока расплавленных частиц металла, обеспечивая протекание экзотермических реакций между компонентами шихты [6]. Экзотермический эффект при ЭДМ порошковыми проволоками позволяет улучшить адгезионные и коррозионные свойства покрытий, значительно расширить область их практического использования.

Поэтому для оценки физико-химических свойств покрытий были использованы несколько составов порошковой проволоки диаметром $1,8 \div 2$ мм с оболочкой из стали и коэффициентом заполнения $20 \div 22\%$. Напыления проводились при следующих режимах: ток $190 \div 220$ А, рабочее напряжение $29 \div 34$ В, дистанция напыления $120 - 190$ мм, давление сжатого воздуха $0,7 \div 0,75$ МПа, диаметр входного участка сопла $D_{\text{ex}} \sim 10$ мм.

Физико-химические характеристики полученных покрытий представлены, в табл. 1.

Таблица 1
Физико-химические характеристики покрытий

Тип шихты	Прочность сцепления $\sigma_{\text{сц}}$, МПа (штифт. мет.)	Прочность покрытия $\sigma_{\text{р}}$, МПа	HRC	Пористость, %
[7] ФХБ*+Al	24 ÷ 32	190 ÷ 230	44 ÷ 47	4 ÷ 8
B+Al	30 ÷ 35	220 ÷ 270	25 ÷ 28	2 ÷ 4
Al+Mo+V	42 ÷ 57	250 ÷ 270	28 ÷ 30	3 ÷ 4

ФХБ* – лигатура феррохромбор.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные ОАО “Головное специализированное конструкторское бюро по двигателям средней мощности” в период с 1993 г. по 1998 г. (Акт от 06.05.1998 г.) стендовые и эксплуатационные испытания восстановленных металлизацией коленчатых валов дизелей “СМД” дефектов и замечаний по износу напыленных шеек не имели. Рекламаций на установленные валы за 5 лет эксплуатации на данный момент не поступало.

Используя данное распыляющее устройство с применением “специальных” порошковых проволок были разработаны и внедрены технологии по исправлению напылением дефектов чугунных блоков цилиндров двигателей “СМД-18”, “СМД-31”, “ЯМЗ-236, 238, 240”, “Дойц” и других (Акт от 05.02.1999 г.).

В локомотивном депо “ОСНОВА” ЮЖД, с 1998 г. по 2001 г., прошли положительные испытания установленные на тепловоз ТЭП-70 восстановленные напылением клапанные коробки (трещины между выпускными и впускными клапанами с выходом на форсуночное отверстие) (Акт от 22.01.2001 г.).

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОЇ ТУРБУЛІЗАЦІЇ ПРИГРАНИЧНОГО ШАРУ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ В ЕЛЕКТРОДУГОВОМУ НАПИЛЮВАННІ

В.В. Мороз

Запропоновано принцип штучної турбулізації приграничного шару повітряного струменя та його застосування для формування метало-повітряного потоку електродуговим напилюванням. Представлено конструкційні параметри розпилювача і його практичне використання у виправленні електродуговою металізацією виробів різного експлуатаційного призначення.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Н. Анциферов, Г.В. Бобров, Л.К. Дружинин и др. Порошковая металлургия и напыленные покрытия. – М.: Металлургия, 1987. – 792 с.
2. Хасуй А. Техника напыления. – М.: “Машиностроение”, 1975. – 288 с.
3. Скобло Т.С., Власовец В.М., Мороз В.В. Структура и распределение компонентов в рабочем слое при восстановлении деталей электродуговой металлизацией//“Металловедение и термическая обработка металлов”. – 2001. – № 12. – С. 26-29.
4. Мороз В.В. Устройство для электродуговой металлизации//Патент на изобретение РФ № 2228799, 2004.
5. Мороз В.В. Патент на изобретение Украины, № 50451, 2005.
6. Похмурский В.И., Пих В.С., Студент М.М. Особенности электродугового напыления с применением порошковых проволок//Автоматическая сварка. – 1991. – № 11(464). – С. 64-68.
7. Студент М.М. Порошковая проволока для получения покрытий напылением//Патент на изобретение Украины, № 21270, 1998.

APPLICATION OF BOUNDARY LAYER ARTIFICIAL TURBULIZATION OF AIR STREAM IN ELECTROARC SPRAYING

V.V. Moroz

The principle of boundary layer artificial turbo-lization of air-blast and its application in metal-air stream formation by electro-arc spraying is offered. The sprayer constructional parameters and its practical use in correction by electro-arc metallization of products of various operational purposes are submitted.